

LAPORAN PENELITIAN

**PENGENDAPAN KOLOID PADA AIR LAUT
DENGAN PROSES KOAGULASI-FLOKULASI
SECARA BATCH**



Oleh
Ir. Elykurniati, MT

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL
"VETERAN" JAWA TIMUR
2010**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah yang maha kuasa, atas segala limpahan rachmad dan hidayah Nya, sehingga dapat diselesaikannya tugas penelitian ini tentang; Pengendapan Koloid Pada Air Laut dengan Proses Koagulasi-Flokulasi Secara Batch. Penelitian ini bertujuan mencari kondisi terbaik pengendapan koloid pada variabel jumlah koagulan dan kecepatan pengaduk yang paling efektif.

Pelaksanaan penelitian ini sebagai salah satu tugas Tridharma bagi tanaga pengajar di Prpgdi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, UPN"Veteran" Jawa Timur.

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas penelitian ini

Semoga hasil penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukannya.

Surabaya, Nopember 2010

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
ABSTRAK	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum	4
2.2. Landasan Teori.....	13
2.3. Hipotesis	19
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN	
3.1. Bahan Yang Diperlukan	20
3.2. Alat Yang Digunakan	20
3.3. Gambar Dan Susunan Alat	20
3.4. Cara Kerja	22
3.5. Blok Diagram	23
3.6. Peubah – Peubah Yang Digunakan	24
3.7. Analisa Bahan Baku Dan Hasil.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Penambahan Berbagai Volume	25
4.2. Hasil Pengamatan	36
4.3. Pembahasan	38
4.4. Perhitungan Kecepatan Pengendapan	38

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	42
2.2. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

Intisari

Air laut banyak mengandung partikel-partikel yang menyebabkan kekeruhan terutama partikel koloid yang berasal dari tanah liat, kwarst, maupun sisa tanaman.

Untuk mengurangi kekeruhan pada air laut, maka perlu dilakukan pengolahan dengan menggunakan proses koagulasi-flokulasi. Pada proses koagulasi-flokulasi pemilihan koagulan yang digunakan harus mendapatkan perhatian secara khusus, karena hal ini akan mempengaruhi hasil effluent limbah yang dihasilkan. Pada penelitian ini digunakan Ferric Chloride (FeCl_3) sebagai koagulan, karena mempunyai keistimewaan antara lain yaitu rentang pH FeCl_3 4 - 11 dan lebih mudah dalam menghasilkan endapan.

Pada penelitian ini proses koagulasi-flokulasi menggunakan pengadukan cepat 100 ; 120 ; 140 ; dan 160 rpm, serta volume koagulan FeCl_3 2 % sebanyak 25 ; 50 ; 75 ; 100 ; dan 125 ml. Efisiensi penurunan kekeruhan diperoleh dari perbandingan antara nilai parameter yang masuk dan nilai parameter yang keluar dari proses koagulasi-flokulasi. Dalam penelitian ini nilai yang masuk merupakan nilai dari kadar awal kekeruhan. Sedangkan nilai yang keluar merupakan kadar akhir dari masing-masing volume konsentrasi dan kecepatan pengadukan.

Prosentase penurunan terbaik dari turbidity terjadi pada pengadukan 140 rpm dengan volume konsentrasi FeCl_3 sebanyak 50 ml, dan prosen penurunan mencapai 63,63 %.

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1. Latar Belakang

Air merupakan suatu kebutuhan pokok bagi kehidupan makhluk hidup. Manusia sebagai makhluk hidup membutuhkan air untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Air yang dibutuhkan tersebut harus memenuhi beberapa syarat, agar tidak mengganggu kelangsungan hidup manusia dan kesehatan manusia.

Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi agar air layak digunakan oleh manusia. Persyaratan itu adalah persyaratan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Seiring dengan pesatnya peningkatan jumlah penduduk, akan memberikan pengaruh pada peningkatan kebutuhan air yang dikonsumsi. Dimana salah satu pemenuhan kebutuhan air tersebut diperoleh dari air sungai. Tetapi karena semakin banyaknya air sungai yang telah tercemar oleh limbah, baik yang berasal dari limbah industri maupun limbah rumah tangga, maka perlu adanya alternatif lain dalam usaha penyediaan air bersih, yang salah satunya berasal dari air laut.

Pada penelitian ini merupakan perlakuan awal dari proses perubahan air asin menjadi air tawar dengan cara mengendapkan koloid-koloid yang terdapat pada air laut dengan menggunakan proses koagulasi — flokulasi secara batch.

Air laut banyak memiliki kandungan bahan-bahan tertentu, diantaranya adalah koloid-koloid. Salah satu parameter yang tidak diinginkan dalam air bersih adalah partikel-partikel koloid yang berasal dari tanah liat, kwarst, sisa tanaman, dan sebagainya. Parameter inilah yang menyebabkan terjadinya kekeruhan.

Tabel 1.1. Data Pemeriksaan Fisika dan Kimia Air Sungai Kali Mas
di Jembatan Kayoon pada bulan Oktober 2000

NO	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air SK Gubernur Jatim No.4131987	Hasil Lab.
	<i>1. Fisika</i>			
1.	Temperatur	°C	Temp. air normal	29
2.	Jumlah padatan terlarut	mg/lt	1500	299
	<i>2. Kimia</i>			
1.	pH	-	6 – 8,5	7,3
2.	Besi (Fe)	mg/lt	5	1,2531
3.	Mangan (Mg)	mg/lt	0,5	0,34
4.	Seng (Zn)	mg/lt	5	0,2862
5.	Raksa (Hg)	mg/lt	0,001	0
6.	Florida (F)	mg/lt	1,5	0,720
7.	Chlorida (Cl)	mg/lt	600	50,62
8.	Sulfat (SO_4^{2-})	mg/lt	400	2
9.	Amoniak (NH_3)	mg/lt	0,5	0,02
10.	Nitrat (NO_3)	mg/lt	10	5,5017
11.	Zat Organik	mg/lt	10	18,56
12.	Oksigen terlarut (DO)	mg/lt	-	1,8
13.	Kebutuhan oksigen biologi (BOD)	mg/lt	6	9,1
14.	Kebutuhan oksigen kimia (COD)	mg/lt	10	24
	<i>3. Bakteriologi</i>			
1.	Coliform tinja	jml/1000 ml	4000	2400×10^4

Sumber: Departemen Kesehatan RI Direktorat Jendral PPM
dan PLP Balai Teknik Kesehatan Lingkungan
Surabaya

I. 2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari pengaruh jumlah koagulan dan kecepatan pengaduk terhadap pengendapan koloid.
2. Mencari kondisi terbaik pengendapan koloid pada variabel jumlah koagulan dan kecepatan pengaduk yang paling efektif.

I. 3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberi alternatif penyediaan bahan baku air bersih dengan mengendapkan koloid yang ada pada air laut.

I. 4. Perumusan Masalah

Mengingat latar belakang diatas, perlu adanya alternatif lain selain air sungai. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian awal tentang penyediaan bahan baku air bersih. Penelitian yang akan dilakukan adalah pengendapan koloid pada air laut dengan proses koagulasi-flokulasi secara batch sebagai bahan baku air bersih.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II. 1. Tinjauan Umum

II. 1. 1. Air Laut

Air laut adalah sebuah larutan dari berbagai elemen, organik, anorganik, ion-ion, senyawa-senyawa, dan beberapa gas. Total garam-garam anorganik terlarut, yang disebut salinitas, biasanya dinyatakan dalam bagian perseribu ($^0/_{00}$ atau dalam beberapa laporan disebut ppt). Air laut secara standard biasanya mempunyai salinitas 35 $^0/_{00}$ pada tipikal laut terbuka. Secara local salinitas bervariasi pada sungai-gungai besar dan tempat melelehnya es sekitar 37 $^0/_{00}$ pada sebelah Timur Mediterania dan sekitar 40 $^0/_{00}$ pada laut Merah. (C.G. Gunnerson, 1988).

Parameter tunggal untuk menggambarkan air laut secara kimiawi, yang dipakai untuk menghubungkan temperatur dan tekanan dalam perhitungan berbagai parameter seperti densitas adalah konsep salinitas. Salinitas didefinisikan sebagai total jumlah materi padat, dalam gram, yang mengandung satu kilogram air laut sewaktu semua karbonat telah dikonversi menjadi bentuk oksida, brom, dan iod diganti klor, dan semua materi organik telah teroksidasi. (R. A. Horne 1969).

Karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen adalah gas-gas terlarut yang ada di air laut. Gas-gas tersebut dalam atmosfer bumi dan terlarut dalam pada permukaan air oleh karena pergerakan air akibat angin maupun ombak pada pertemuan permukaan air — udara. Temperatur dan salinitas mengontrol sejumlah

gas tertentu yang dapat terlarut dalam air laut. Bila temperatur dan salinitas meningkat, sejumlah gas tertentu yang dapat terlarut akan berkurang. (C.G. Gunnerson 1988)

Materi organik yang terlarut dalam air laut berasal dari penguraian tanaman laut dan hewan laut yang mati dan limbah yang dibuang akibat kegiatan makhluk hidup. Bahan organik yang terlarut berada dalam air laut dalam jumlah yang sangat sedikit tetapi dalam konsentrasi yang beragam, mempunyai range 0 — 6 mg/l. (C. G. Gunnerson 1988).

Air laut mengandung beberapa unsur utama dan unsur yang jarang seperti ditunjukkan pada table 2. 1 dan table 2. 2 sebagai berikut:

Tabel 2. 1. Unsur utama air laut

Ion	% Berat
Klor (Cl^-)	55,04
Natrium (Na^+)	30,61
Sulfat (SO_4^{2-})	6,68
Magnesium (Mg^{2+})	3,69
Kalsium (Ca^{2+})	1,16
Kalium (K^+)	1,10

(Nybakken, J. W., Biologi laut, 1992)

Tabel 2.2. Unsur jarang air laut

Ion	% Berat
Bikarbonat (HCO_3^-)	0,41
Bromida (Br^-)	0,19
Asam Borat H_3BO_3	0,07
Stronsium (Sr^{2+})	0,04

(Nybakken, J. W., Biologi laut, 1992)

Tabel 2.1 dan 2. 2. terlihat bahwa kandungan terbanyak dalam air laut adalah klorida dan natrium, dimana dalam air laut keduanya terionisasi menjadi Cl^- dan Na^+ .

II. 1. 2. Zat Penyebab Kekeruhan dalam Air

Menurut L.D. Benefield, 1982, pada dasarnya terdapat dua kelompok zat dalam larutan, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik, dan zat tidak terlarut seperti tanah liat, kwarts, dan masih banyak lagi. Zat padat tidak terlarut dibagi menjadi dua, yaitu zat padat tersuspensi dan koloidal. Perbedaan pokok dari zat-zat ini adalah karena ukuran atau diameter partikelnya.

Dari ketiga zat diatas, koloid memiliki variasi ukuran diameter partikel terbesar, sehingga koloid dianggap paling dominan menyebabkan kekeruhan dan warna dalam larutan. Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul zat terlarut, zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat anorganik (tanah liat, kwarts) dan organis (protein, sisa tanaman).

II. 1. 3. Partikel Koloid

Menurut L.D. Benefield, 1982, koloid merupakan partikel yang sangat halus yang memiliki ukuran diameter antara 1 μm (mikro meter) sampai dengan 10 nm (nano meter). Cukup sulit menentukan batas antara partikel koloid dan partikel terlarut, karena terkadang beberapa jenis partikel koloid mempunyai sifat seperti sifat yang dimiliki zat terlarut.

Adapun ciri-ciri lain dari partikel koloid adalah:

1. Menyebabkan larutan menjadi tidak jernih.
2. Bersifat antara homogen dan heterogen.
3. Tidak dapat disaring.
4. Sulit mengendap.

II. 1. 4. Sifat-sifat Partikel Koloid

II. 1. 4. 1. Sifat Hidrasi

Sifat hidrasi merupakan tingkat kecenderungan daya gabung terhadap media air.

Berdasarkan sifat ini, koloid dibagi dalam dua golongan, yaitu:

- Koloid Hidrofilik

Merupakan partikel koloid yang mudah bereaksi dengan pelarutnya, dalam hal ini pelarutnya adalah air, partikel koloid terhidrasi kuat di dalam air dan terdispersi secara spontan serta bersifat stabil terhadap penambahan elektrolit. Sabun, detergent sintetis adalah termasuk koloid hidrofilik, karena sifatnya yang mudah bereaksi dengan air. Dalam proses koagulasi koloid ini akan membutuhkan lebih banyak koagulan.

- **Koloid Hidrofobik**

Partikel koloid ini mempunyai afinitas kecil terhadap air dan tidak terdispersi spontan.

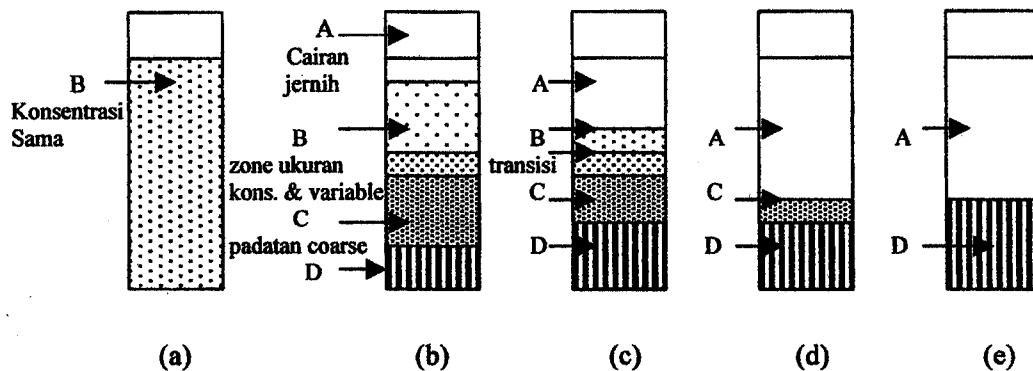
Pada batas kestabilan tertentu akan berpengaruh terhadap penambahan elektrolit, yang termasuk koloid hidrofobik antara lain lumpur dan logam-logam. Berbeda dengan koloid hidrofilik, koloid hidrofobik membutuhkan koagulan yang lebih sedikit.

II. 1. 4. 2. Sifat Adsorpsi

Partikel-partikel koloid memungkinkan untuk mengadsorpsi ion-ion yang terdapat dalam media terdispersi. Bila suatu partikel koloid dipecah menjadi beberapa partikel yang kecil, maka kekuatan adsorpsi dari partikel-partikel yang dipecah menjadi lebih besar daripada belum dipecah. Hal ini disebabkan karena pemecahan partikel koloid menyebabkan luas permukaan bertambah luas dan jarak antara permukaan partikel dengan inti bertambah pendek.

II. 1. 5. Sedimentasi Secara Batch

Sedimentasi adalah suatu proses pemisahan suspensi menjadi dua bagian yang mempunyai konsentrasi lebih tinggi dan yang lain mempunyai konsentrasi yang lebih rendah dengan adanya gravitasi. Untuk dapat memperjelas arti sedimentasi, mekanisme dari kecepatan pengendapan dapat dilihat pada gambar berikut ini:

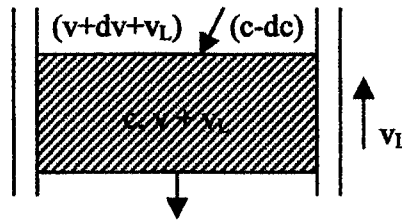


Gambar 2. 1. Sedimentasi secara batch

Pada gambar (a) partikel masih berada dalam bentuk suspensi pada larutan zone B. Pada gambar (b) sebagian partikel pada zone B tenggelam dengan kecepatan yang seragam dan membentuk cairan jernih pada zone A. Ketinggian (z) turun dengan kecepatan yang konstan. Zone transisi merupakan hasil peralihan partikel dari zone B ke C. Jika proses ini berjalan terus, maka zone B dan C akan menghilang seperti yang ditunjukkan pada gambar (e). Setelah itu zone D terbentuk, dimana pada zone ini mengandung partikel-partikel yang tenggelam yang terdapat pada dasar bejana.

Setelah zone B dan C menghilang, akan timbul efek yang disebut pemampatan (compression) saat dimana kemampuan tersebut bermula disebut titik kritis (critical point). Pada pemampatan, sebagian dari zat cair tersebut yang terikat bersama-sama flok ke dalam zone D akan terlepas keluar manakala bobot endapan itu merobohkan struktur flok. Selama pemampatan itu berlangsung, sebagian dari zat cair di dalam flok itu menyembur keluar seperti geiser-geiser dan ketebalan zone ini akan berkurang. Akhirnya bila bobot zat padat itu telah mencapai keseimbangan mekanik dengan

kekuatan tekan flok, proses ini akan berhenti. Pada keadaan ini, partikel sudah mencapai tinggi akhir. Keseluruhan proses tersebut dinamakan sedimentasi.



Gambar 2. 2. Lapisan konsentrasi terpilih pada thickener

Gambar 2. 2. menunjukkan sebuah lapisan konsentrasi c pada tes batch. Lapisan ini diasumsikan menjadi batas kecepatan pertama, sehingga terlihat seperti peningkatan kecepatan v_L . Penurunan padatan pada lapisan ini berasal dari bagian atas, dengan konsentrasi $(c - dc)$ dan kecepatan $(v + dv)$ untuk kolom, serta $(v + dv + v_L)$ untuk lapisan. Penurunan padatan lapisan ini pada kecepatan v untuk dinding dan $v + v_L$ untuk lapisan. Apabila lapisan diasumsikan sebagai konsentrasi konstan dari padatan, sehingga diperoleh neraca massa:

$$(c - dc) S \theta (v + dv + v_L) = c S \theta (v + v_L) \dots\dots\dots (1)$$

(Foust, 1980)

dimana S adalah area normal untuk aliran padatan.

Dari persamaan (1) diperoleh harga v_L :

$$v_L = c \frac{dv}{dc} - v - dv \dots\dots\dots (2)$$

(Foust, 1980)

dv dapat diabaikan, sehingga persamaan (2) menjadi:

$$v_L = c \frac{dv}{dc} - v \quad \dots\dots\dots (3)$$

(Foust, 1980)

Jika konsentrasi batas lapisan adalah c_L dan waktu untuk mencapai permukaan adalah θ_L , maka jumlah padatan yang melewati lapisan adalah $c_L S \theta_L (v_L + v_L)$, jumlah ini harus sama dengan total padatan yang ada, sehingga:

$$c_L S \theta_L (v_L + v_L) = c_0 z_0 S \quad \dots\dots\dots (4)$$

(Foust, 1980)

Jika z_L adalah tinggi permukaan pada θ_L dengan v_L menjadi konstan.

$$v_L = \frac{z_L}{\theta_L} \quad \dots\dots\dots (5)$$

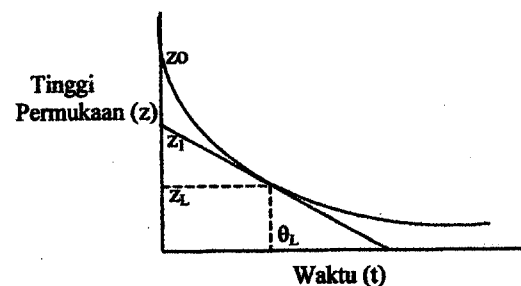
(Foust, 1980)

Substitusi harga v_L dari persamaan (5) ke persamaan (4) dapat disederhanakan menjadi:

$$c_L = \frac{c_0 z_0}{z_L + v_L \theta_L} \quad \dots\dots\dots (6)$$

(Foust, 1980)

Dari data-data antara waktu dan tinggi hasil pengendapan dapat diplotkan pada grafik, seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 3. Grafik hubungan antara tinggi permukaan (cm) vs waktu (menit)

Dari plot di atas nilai v_L merupakan slop kurva pada $\dot{O} = \dot{O}_L$ seperti ditunjukkan pada persamaan (7). Tangen kurva pada \dot{O}_L memotong ordinat pada Z_i . Slop dari garis adalah :

$$\frac{z_i - z_L}{\theta_L} = v_L \quad \dots\dots\dots (7)$$

(Foust, 1980)

atau

$$z_i = z_L + \theta_L \cdot v_L \quad \dots\dots\dots (8)$$

(Foust, 1980)

Kombinasi dari persamaan (8) dan persamaan (6) menghasilkan:

$$c_L = \frac{c_0 z_0}{z_i} \quad \dots\dots\dots (9)$$

(Foust, 1980)

II. 2. Landasan Teori

II. 2. 1. Pengertian Koagulasi - Flokulasi

Koagulasi-flokulasi merupakan proses umum yang sering dilakukan untuk mengolah air yang tercemar oleh zat-zat pencemar yang akhir-akhir ini intensitasnya semakin tinggi.

Koagulasi adalah penambahan dan pencampuran dengan cepat koagulan yang menghasilkan destabilisasi koloid dan mendapatkan padatan tersuspensi, juga menggumpalkan partikel yang tersuspensi. Sedangkan flokulasi adalah pengadukan lambat untuk menggumpalkan partikel destabilisasi dan membentuk endapan flok dengan cepat. (Tom. D. Reynolds, 1982).

Secara umum koagulasi — flokulasi merupakan serangkaian proses:

1. Destabilisasi muatan partikel karena adanya penambahan Koagulan.
2. Destabilisasi yang membutuhkan energi listrik dalam membentuk aliran turbulen.
3. Penyebaran pusat-pusat aktif partikel yang tidak stabil terjadi pada pengadukan cepat dan akan saling mengikat untuk menjadi partikel yang lebih stabil.
4. Pembentukan flok-flok yang besar terjadi pada pengadukan lambat.

II 2. 1. 1. Proses Koagulasi-Flokulasi

Pada proses koagulasi-flokulasi dilakukan penambahan reagen kimia agar terbentuk flok pada air tau limbah untuk menggabungkan padatan koloid yang tidak dapat mengendap dan padatan tersuspensi yang mengendap dengan lambat untuk menghasilkan pengendapan flok dengan cepat yang selanjutnya flok dipisahkan dengan cara sedimentasi. (Tom. D. Reynolds, 1982)

Proses koagulasi-flokulasi berlangsung dalam dua tahap yaitu proses pengadukan cepat dan proses pengadukan lambat.

a. Proses Pengadukan Cepat

Proses pengadukan cepat dimaksudkan untuk meratakan campuran antara koagulan dengan air buangan sehingga diperoleh suatu kondisi campuran yang homogen. Molekul-molekul serta partikel-partikel yang bermuatan negatif dalam air seperti koloid akan terlihat oleh molekul-molekul serta ion-ion yang bermuatan positif dari koagulan. Dalam proses pengadukan cepat diperlukan tenaga yang kuat dan waktu pengadukan yang cepat karena hidrolisa koagulasi terjadi sangat cepat dan

destabilisasi partikel juga terjadi dalam waktu yang sangat cepat. Waktu yang diperlukan untuk pengadukan cepat antara 1 — 5 menit, sedangkan gradient kecepatan $> 300 \text{ det}^{-1}$ (AWWA, 1964).

b. Proses Pengadukan Lambat

Proses pengadukan lambat bertujuan untuk mendapatkan partikel-partikel flokulan yang lebih besar dan lebih berat sehingga dapat mempercepat proses pengendapan. Waktu yang diperlukan untuk pengadukan lambat antara 10 — 30 menit, sedangkan gradien kecepatan 5 — 100 det^{-1} . (AWWA, 1964).

II. 2. 2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi-Flokulasi

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses koagulasi-flokulasi adalah:

a. pH

Setiap jenis koagulan mempunyai jarak/range pH yang berbeda untuk bekerja secara efektif, sehingga stabilitas koloid untuk berubah bentuk menjadi flok yang baik harus terjadi pada kondisi pH tertentu. Menurut beberapa ahli pada pH dan air limbah tertentu memungkinkan terjadi proses koagulasi dengan baik. Alkalinitas dapat digunakan untuk membentuk proses pembentukan flok dan sebagai pengatur pH sebelum koagulasi dilakukan.

b. Kecepatan pengadukan

Kecepatan pengadukan dapat mempengaruhi proses pembentukan flok, bila kecepatan pengadukan terlalu lambat, maka pembentukan flok akan lambat.

Kecepatan pengadukan yang terlalu cepat dapat menyebabkan pecahnya kembali flok yang telah terbentuk.

Kriteria pengadukan:

- Kecepatan pengadukan cepat antara 100 — 150 rpm.
- Kecepatan pengadukan lambat antara 10 — 30 rpm.

Dalam proses koagulasi flokulasi harus memperhatikan system pengadukan. Dalam pelaksanaannya proses ini memerlukan dua macam pengadukan yaitu pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengadukan harus benar-benar merata sehingga koagulan yang ditambahkan dapat bereaksi dengan partikel-partikel atau ion-ion dalam suspensi.

c. Waktu pengadukan

Waktu pengadukan akan mempengaruhi proses sedimentasi atau pengendapan. Bila pembentukan flok 50% lebih besar atau lebih kecil dari waktu pengadukan optimum, maka efisiensi pengendapan akan berkurang.

d. Suhu

Hubungan suhu dan proses koagulasi adalah sebagai berikut:

- Pemakaian koagulan bertambah bila suhu dan suspensi rendah.
- Pada suhu rendah untuk dosis koagulan tertentu effluent dari proses koagulasi flok akan mempengaruhi kekeruhan yang lebih tinggi.

e. Jenis koagulan

Jenis koagulan akan mempengaruhi mekanisme destabilisasi partikel koloid. Hal ini disebabkan setiap koagulan mempunyai karakteristik yang berbeda.

f. Konsentrasi koagulan

Menurut Masschelein, konsentrasi koagulan ditentukan oleh beberapa factor, yaitu macam koagulan yang digunakan dan pH air limbah.

g. Komposisi air limbah

Air buangan yang mengandung partikel organik menimbulkan kesulitan dalam proses koagulasi, karena disebabkan banyak terjadi reaksi kimia antara koagulan dengan partikel organik sehingga menyebabkan akan meningkatnya dosis koagulan. (Sawyer and Mc. Carty, 1967).

h. Turbulensi

Turbulensi adalah keadaan dimana aliran fluida bergejolak karena gerakangerakan fluida. Turbulensi sangat penting dalam proses koagulasi karena akan memberikan kecatetan yang besar pada partikel-partikel koloid untuk bercampur dengan bukan koagulan yang ditimbulkan cukup merata.

II. 2. 3. Teori Koagulasi

Sebagian padatan yang menyebar pada permukaan air dan limbah yang merupakan bahan tersuspensi yang tidak dapat mengendap mempunyai ukuran partikel antara 0,1 milimikron (10^{-7} mm) sampai 100 mikron (10^{-4} mm). Dimana koloid mempunyai ukuran partikel antara satu milimikron (10^{-6} mm) sampai satu micron (10^{-3} mm), zat yang tidak dapat mengendap disebut koloid. Fraksi koloid mempunyai ukuran partikel mulai dari satu micron (10^{-3} mm) sampai 100 mikron (10^{-1} mm)(Tom, D. Reynolds., 1982).

II. 2. 4. Koagulan

Koagulan adalah suatu bahan kimia yang aktif, umumnya terbuat dari bahan sintetis dengan bahan antara garam logam yang berasal dari Fe (III) dan Al (II). Dalam hal ini koagulan berfungsi sebagai elektrolit netral yang merupakan salah satu usaha untuk menstabilkan partikel koloid. Kandungan ion-ion yang berasal dari koagulan berlawanan dengan muatan partikel koloid. Kekuatan inilah yang berfungsi untuk menimbulkan destabilisasi partikel koloid sehingga lapisan difusi akan mampat dan memungkinkan bekerjanya gaya tarik menarik antar ion. (Shultz and Danier Okun, 1984).

Teori lain mengatakan bahwa koagulan adalah zat kimia yang dapat menggumpalkan partikel-partikel koloid pada proses koagulasi.

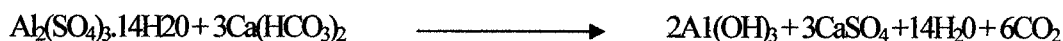
Bila koagulan dimasukkan ke dalam air, maka koagulan akan mengalami reaksi dissosiasi dan hidrolisa, kemudian akan terjadi reaksi polimerisasi. Penambahan koagulan ini akan menyebabkan meningkatnya jumlah ion yang berlawanan dalam lapisan difusi, sehingga lapisan pelindung di antara koloid (lapisan difusi) menjadi mengecil (sebagai usaha untuk mengatur penetralan muatan total).

Adapun macam-macam koagulan yang umum digunakan:

II 2. 3. 1. *Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$)*

Aluminium sulfat (Alum) dipasarkan tersedia dalam bentuk padat maupun cair. Alum dalam bentuk padat dapat digunakan sebagai koagulan harus berbentuk powder atau granular dan dicampur dengan air (dilarutkan) dahulu sebelum ditambahkan ke dalam air limbah.

Reaksi kimia yang sederhana untuk menghasilkan flok adalah:



Keuntungan dan kerugian penggunaan Aluminium sulfat sebagai koagulan:

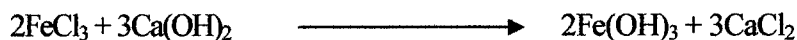
- Sudah dikenal luas sehingga tidak memerlukan pengawasan khusus dalam penggunaannya.
- Rentang pH 6,8 — 7,5 sehingga perlu adanya katalis pembantu.

II. 2. 3. 2. Ferric Chloride (FeCl_3)

Ferric klorida dipasaran tersedia dalam bentuk padat maupun cair. Ferric klorida dalam bentuk padat berupa powder atau bongkahan. Reaksi sederhana dari Ferric klorida dengan alkalinitas bicarbonat alamiah menjadi bentuk Ferric hydroxide adalah:



Apabila alkalinitas alamiah tidak cukup untuk terjadinya reaksi, maka dapat ditambahkan slaked lime (kapur lime) agar membentuk hydroxide, reaksinya:



Keuntungan dan kerugian Ferric klorida sebagai koagulan:

- Efektif pada pH 4 — 11 dan lebih mudah dalam menghasilkan endapan. Dilakukan penambahan dissolved solid (garam) pada air.

II.3. HIPOTESIS

Berdasarkan pada landasan teori yang ada, maka proses koagulasiflokulasi dapat digunakan untuk menurunkan kandungan kekeruhan pada air laut dengan menggunakan tangki berpengaduk. Koagulan yang digunakan pada proses koagulasi-flokulasi ini adalah Ferric chloride.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

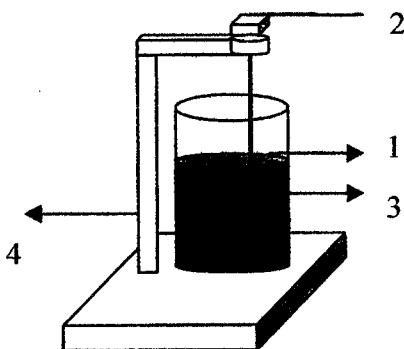
III. 1. Bahan-bahan yang Diperlukan

Pada penelitian ini, bahan-bahan yang diperlukan adalah air laut yang diambil dari Selat Madura serta Ferric Chloride sebagai Koagulan. Dan bahan lain yang diperlukan adalah NaOH dan aquadest.

III. 2. Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan adalah tangki berpengaduk yang terdiri dari: beaker glass yang berfungsi sebagai tempat pengadukan antara air laut dengan NaOH dan koagulan. Motor pengaduk berfungsi untuk mengatur kecepatan pengadukan, pengaduk jenis propeller dua blade yang berfungsi untuk mengaduk campuran, dan statif yang digunakan untuk menyangga motor pengaduk.

III.3. Gambar Susunan Alat



Gambar 3.1. Susunan alat tangki berpengaduk

Keterangan gambar:

1. Beaker glass
2. Motor pengaduk
3. Pengaduk dengan jenis impeller
4. Statif

III. 4. Cara Kerja

1. Persiapan:

Analisa awal air laut sebelum dilakukan proses koagulasi - flokulasi.

2. Mempersiapkan dan membersihkan alat-alat.

3. Mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan.

4. Air laut sebanyak 400 ml dimasukkan ke dalam beaker glass.

5. Kemudian ditambahkan larutan NaOH 4M sebanyak 10 ml pada beaker glass yang telah terisi air laut dan di aduk hingga homogen.

6. Selanjutnya ditambahkan koagulan dengan konsentrasi tertentu sesuai dengan peubah yang ditetapkan.

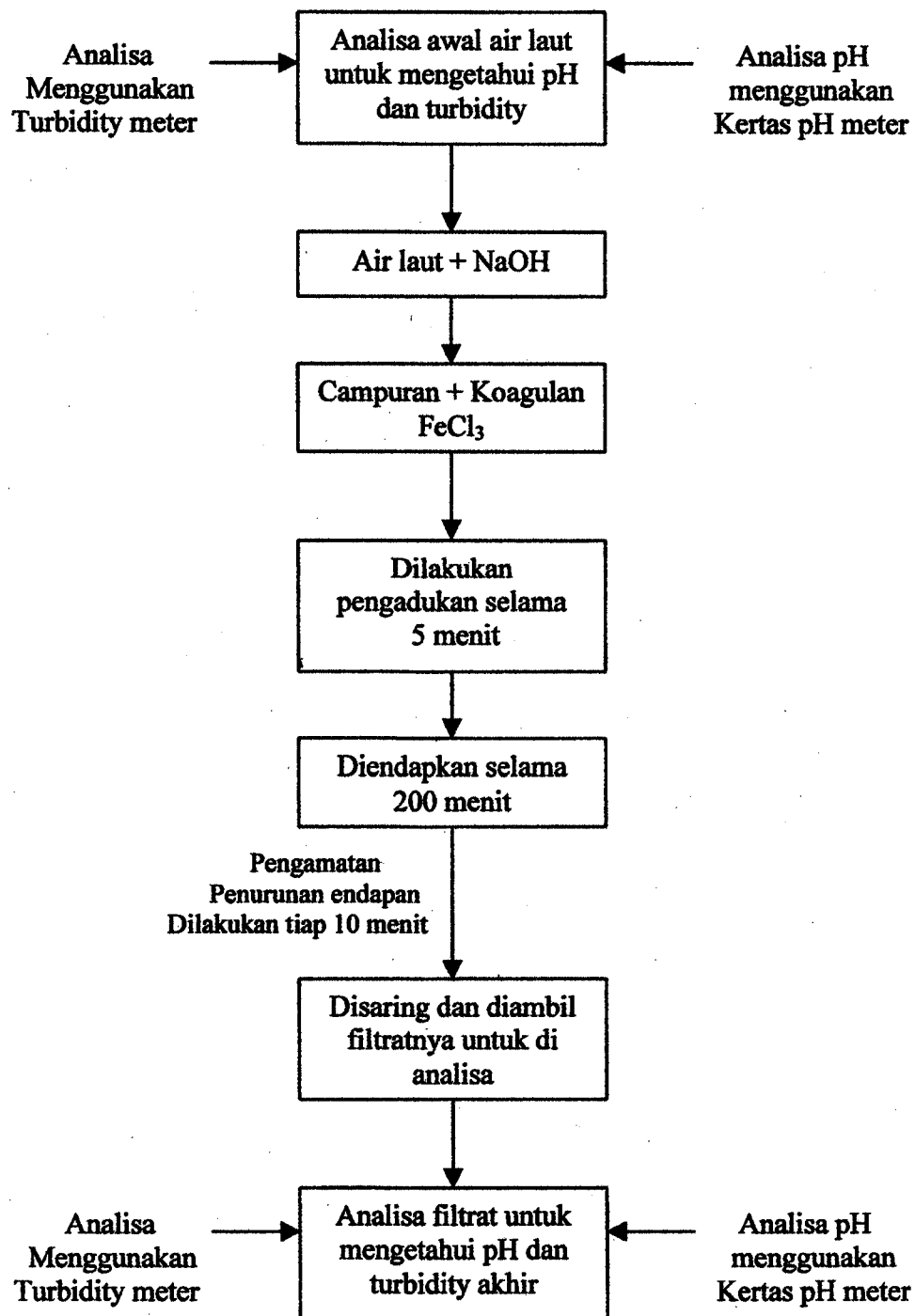
7. Dilakukan pengadukan cepat dengan kecepatan 100, 120, 140, dan 160 rpm selama 5 menit.

8. Apabila campuran sudah homogen, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur, dan pada saat yang bersamaan stop watch dinyalakan.

9. Kemudian mencatat penurunan ketinggian flok dengan waktu pengamatan tiap 10 menit. Apabila sudah tidak terjadi penurunan (sudah konstan), maka pengamatan dapat dihentikan.

10. Kemudian disaring dan diambil filtratnya untuk diukur volumenya.

III. 5. Blok Diagram



III. 6. Peubah- peubah yang dikerjakan

1. Peubah tetap:

- Jenis Koagulan yang dipakai : Ferric chloride (FeCl_3).
- Volume air Taut : 400 ml.
- Waktu pengadukan cepat : 5 menit.
- Volume NaOH : 10 ml.

2. Peubah berubah:

- Volume Ferric chloride 2% : 25, 50, 75, 100, dan 125 ml.
- Kecepatan pengadukan cepat : 100, 120, 140, dan 160 rpm.
- Waktu pengendapan : tiap 10 menit.

III. 7. Analisa Bahan Baku dan Hasil

Analisa bahan baku dan hasil dilakukan terhadap pH dan turbidity. Analisa terhadap pH menggunakan kertas pH meter, dan analisa turbidity menggunakan turbidity meter model 2008.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, pada air laut dilakukan pengamatan terhadap kecepatan pengendapan pada berbagai variabel berubah.

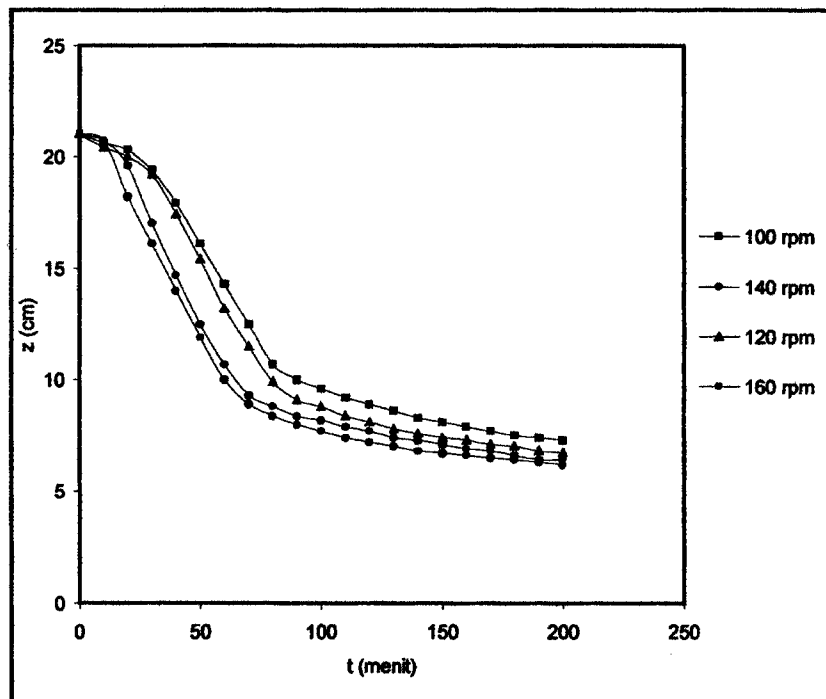
IV. 1. Penambahan Berbagai Volume FeCl_3 2% dan Berbagai Kecepatan

Pengadukan.

Dari hasil penelitian untuk penambahan 10 ml NaOH 4M dan penambahan berbagai volume FeCl_3 2% yaitu 25, 50, 75, 100, dan 125 ml pada kecepatan pengadukan 100, 120, 140, dan 160 rpm, diperoleh data laju pengendapan pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 1. Data hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 25 ml FeCl_3 2% dan kecepatan pengadukan 100, 120, 140, dan 160 rpm.

waktu t (menit)	Tinggi permukaan endapan z (cm)			
	100 rpm	120 rpm	140 rpm	160 rpm
0	21	21	21	21
10	20,6	20,4	20,7	20,7
20	20,3	20,0	19,6	18,2
30	19,4	19,2	17,0	16,1
40	17,9	17,4	14,7	14,0
50	16,1	15,4	12,5	11,9
60	14,3	13,2	10,7	10,0
70	12,5	11,5	9,3	8,9
80	10,7	9,9	8,8	8,4
90	10,0	9,1	8,4	8,0
100	9,6	8,8	8,2	7,7
110	9,2	8,4	7,9	7,4
120	8,9	8,1	7,7	7,2
130	8,6	7,8	7,4	7,0
140	8,3	7,6	7,3	6,8
150	8,1	7,4	7,1	6,7
160	7,9	7,3	6,9	6,6
170	7,7	7,1	6,8	6,5
180	7,5	7,0	6,6	6,4
190	7,4	6,8	6,4	6,3
200	7,3	6,7	6,3	6,2

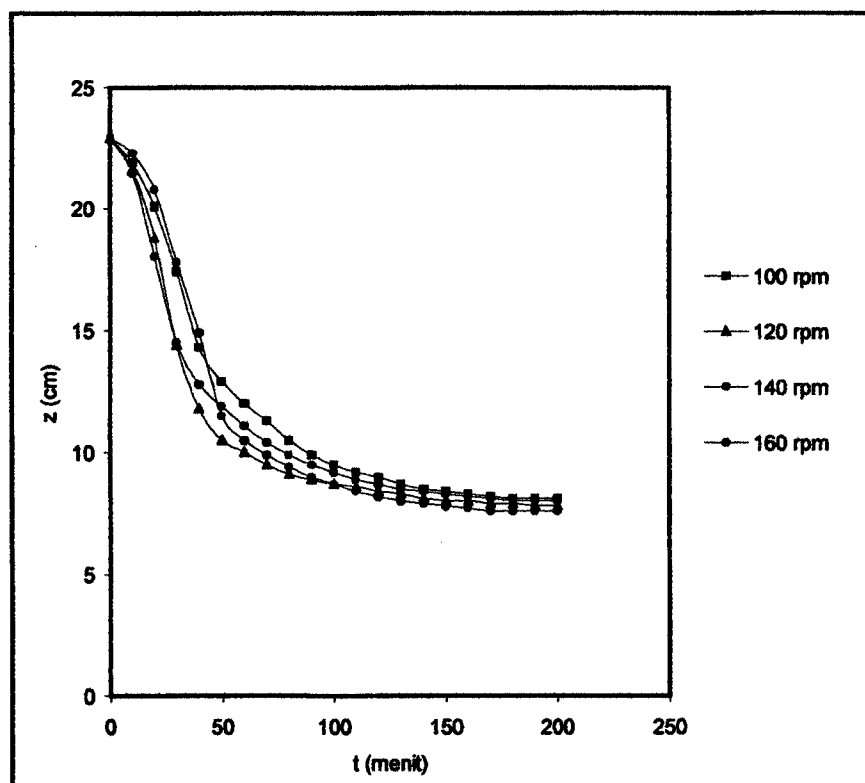


Gambar 4. 1. Grafik hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 25 ml FeCl_3 2% dengan kecepatan pengadukan sebesar 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Pada tabel 4.1. menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kecepatan pengadukan maka semakin cepat larutan tersebut mengendap, hal ini disebabkan karena kecepatan pengadukan yang besar menyebabkan flok yang terbentuk besar, sehingga pengendapan flok lebih cepat demikian juga sebaliknya dan diperjelas dengan gambar 4. 1. yang terlihat bahwa dalam waktu 200 menit pengendapan masih berlangsung sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai kondisi yang konstan.

Tabel 4. 2. Data hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 50 ml FeCl_3 2% dan kecepatan pengadukan 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Waktu t (menit)	Tinggi permukaan endapan z (cm)			
	100 rpm	120 rpm	140 rpm	160 rpm
0	22,9	22,9	22,9	22,9
10	21,9	21,6	22,3	21,5
20	20,1	18,8	20,8	18,0
30	17,4	14,4	17,8	14,5
40	14,3	11,8	14,9	12,8
50	12,9	10,5	11,5	11,9
60	12,0	10,0	10,5	11,1
70	11,3	9,5	9,9	10,4
80	10,5	9,1	9,4	9,9
90	9,9	8,9	9,0	9,5
100	9,5	8,7	8,7	9,2
110	9,2	8,6	8,4	8,9
120	9,0	8,4	8,2	8,7
130	8,7	8,3	8,0	8,5
140	8,5	8,1	7,9	8,4
150	8,4	8,0	7,8	8,3
160	8,3	8,0	7,7	8,2
170	8,2	7,9	7,6	8,1
180	8,1	7,9	7,6	8,0
190	8,1	7,8	7,6	8,0
200	8,1	7,8	7,6	8,0

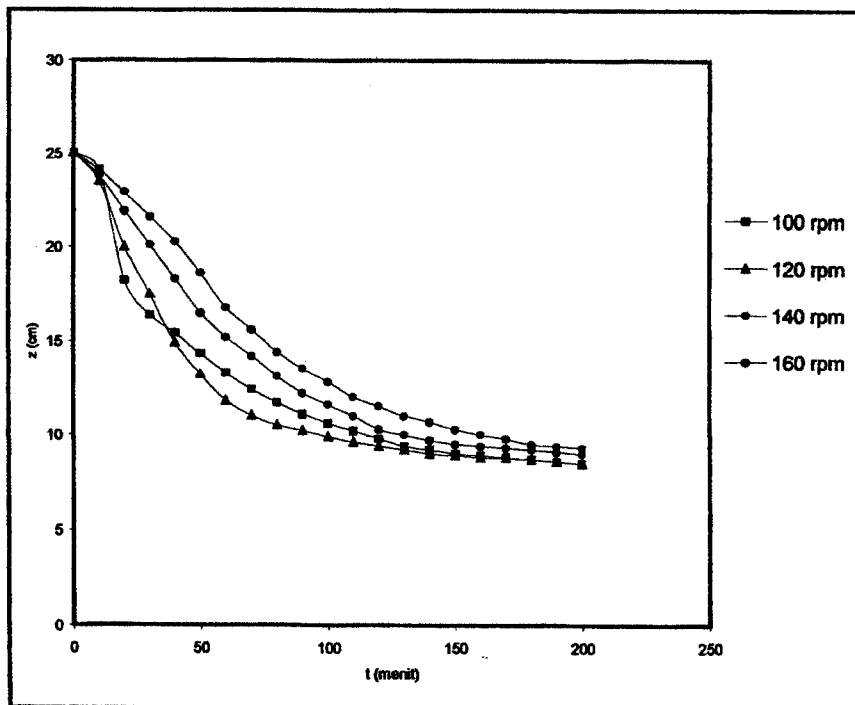


Gambar 4. 2. Grafik hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 50 ml FeCl_3 2% dengan kecepatan pengadukan sebesar 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Pada tabel 4.2. menunjukkan bahwa pada penambahan 50 ml FeCl_3 2% dan pada kecepatan pengadukan 140 rpm diperoleh kondisi yang terbaik. Hal ini terlihat seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2. Bahwa dalam waktu 170 menit sudah tercapai kondisi yang konstan.

Tabel 4. 3. Data hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 75 ml FeCl_3 2% dan kecepatan pengadukan 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Waktu t (menit)	Tinggi permukaan endapan z (cm)			
	100 rpm	120 rpm	140 rpm	160 rpm
0	25,0	25,0	25,0	25,0
10	24,1	23,5	24,1	23,8
20	18,2	20,0	22,9	21,9
30	16,4	17,5	21,6	20,1
40	15,4	14,9	20,3	18,3
50	14,3	13,2	18,6	16,5
60	13,3	11,8	16,8	15,2
70	12,4	11,0	15,6	14,2
80	11,7	10,5	14,4	13,1
90	11,1	10,2	13,5	12,2
100	10,6	9,9	12,8	11,6
110	10,2	9,6	12,0	11,0
120	9,8	9,4	11,5	10,3
130	9,4	9,2	11,0	10,0
140	9,2	9,0	10,7	9,7
150	9,0	8,9	10,3	9,5
160	8,9	8,8	10,0	9,4
170	8,8	8,8	9,8	9,3
180	8,7	8,7	9,5	9,2
190	8,6	8,6	9,4	9,1
200	8,5	8,5	9,3	9,0

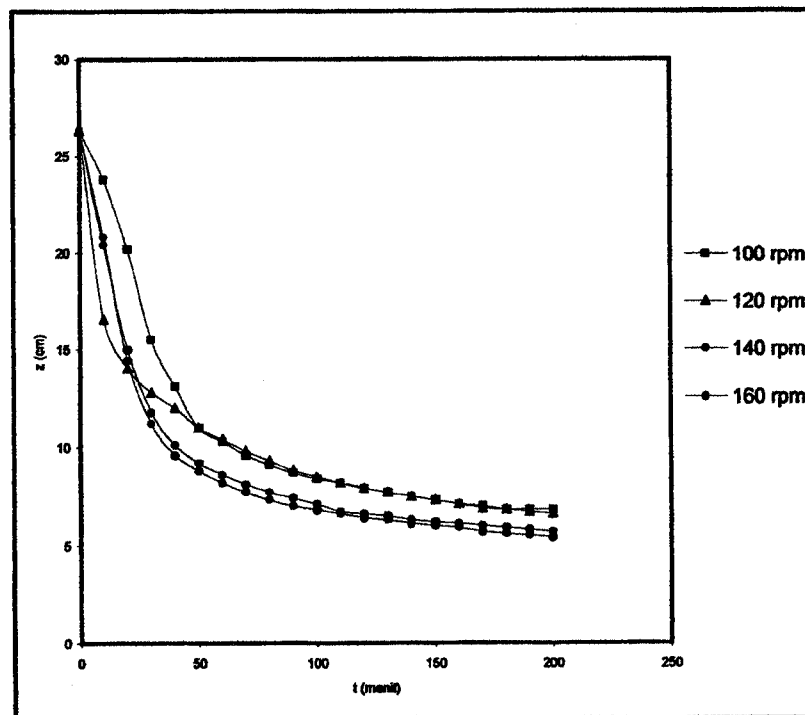


Gambar 4.3. Grafik hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 75 ml FeCl_3 2% dengan kecepatan pengadukan sebesar 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Pada gambar 4.3. menunjukkan bahwa dalam waktu 200 menit pengendapan masih berlangsung sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai kondisi yang konstan, hal ini disebabkan karena kecepatan pengadukan yang besar menyebabkan flok yang terbentuk besar, sehingga pengendapan flok lebih cepat demikian juga sebaliknya.

Tabel 4.4. Data hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 100 ml FeCl_3 2% dan kecepatan pengadukan 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Waktu t (menit)	Tinggi permukaan endapan z (cm)			
	100 rpm	120 rpm	140 rpm	160 rpm
0	26,3	26,3	26,3	26,3
10	16,5	23,8	20,4	20,8
20	14,0	20,2	15,0	14,4
30	12,8	15,5	11,8	11,2
40	12,0	13,1	10,1	9,6
50	11,0	11,0	9,2	8,8
60	10,4	10,3	8,6	8,2
70	9,8	9,6	8,1	7,7
80	9,3	9,1	7,7	7,3
90	8,8	8,7	7,4	7,0
100	8,5	8,4	7,1	6,8
110	8,2	8,2	6,7	6,6
120	7,9	7,9	6,6	6,4
130	7,7	7,7	6,5	6,3
140	7,5	7,5	6,3	6,1
150	7,3	7,3	6,2	6,0
160	7,1	7,1	6,1	5,9
170	6,9	7,0	6,0	5,7
180	6,8	6,8	5,9	5,6
190	6,7	6,7	5,8	5,5
200	6,6	6,6	5,7	5,4

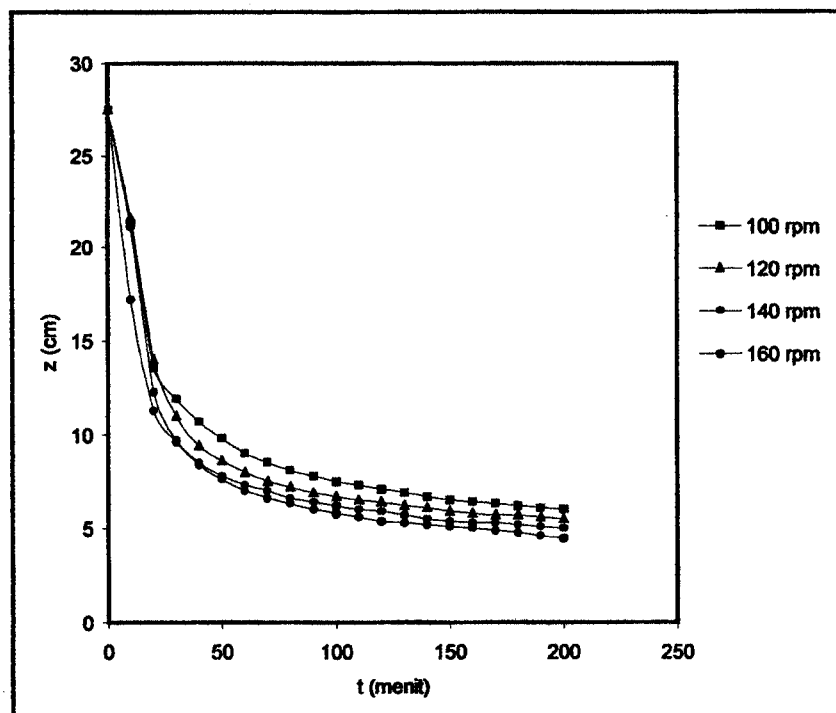


Gambar 4.4. Grafik hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 100 ml FeCl_3 2% dengan kecepatan pengadukan sebesar 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Pada tabel 4.4. menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kecepatan pengadukan maka semakin cepat larutan tersebut mengendap, hal ini disebabkan karena kecepatan pengadukan yang besar menyebabkan flok yang terbentuk besar, sehingga pengendapan flok lebih cepat demikian juga sebaliknya dan diperjelas dengan gambar 4.4. yang terlihat bahwa dalam waktu 200 menit pengendapan masih berlangsung sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai kondisi yang konstan.

Tabel 4.5. Data hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 125 ml FeCl_3 2% dan kecepatan pengadukan 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Waktu t (menit)	Tinggi permukaan endapan z (cm)			
	100 rpm	120 rpm	140 rpm	160 rpm
0	27,5	27,5	27,5	27,5
10	21,3	21,6	17,2	21,1
20	13,6	14,0	11,3	12,3
30	11,9	11,0	9,6	9,7
40	10,7	9,4	8,5	8,4
50	9,8	8,6	7,8	7,6
60	9,0	8,0	7,3	7,0
70	8,5	7,5	7,0	6,6
80	8,1	7,2	6,6	6,3
90	7,8	6,9	6,4	6,0
100	7,5	6,7	6,2	5,8
110	7,3	6,5	6,0	5,6
120	7,1	6,4	5,9	5,4
130	6,9	6,2	5,7	5,3
140	6,7	6,1	5,5	5,2
150	6,5	5,9	5,4	5,1
160	6,4	5,8	5,3	5,0
170	6,3	5,7	5,3	4,9
180	6,2	5,7	5,2	4,8
190	6,1	5,6	5,1	4,6
200	6,0	5,5	5,0	4,5



Gambar 4.5. Grafik hubungan antara waktu (t) dan tinggi permukaan endapan (z) pada penambahan 125 ml FeCl_3 2% dengan kecepatan pengadukan sebesar 100, 120, 140, dan 160 rpm.

Pada tabel 4.5. menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kecepatan pengadukan maka semakin cepat larutan tersebut mengendap, hal ini disebabkan karena kecepatan pengadukan yang besar menyebabkan flok yang terbentuk besar, sehingga pengendapan flok lebih cepat demikian juga sebaliknya dan diperjelas dengan gambar 4.5. yang terlihat bahwa dalam waktu 200 menit pengendapan masih berlangsung sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai kondisi yang konstan.

IV.2. Hasil Pengamatan pH dan Turbidity pada Hasil Penyaringan dari Penambahan Masing-masing Volume FeCl_3 2% dan pada Masingmasing Kecepatan Pengadukan

Pengamatan pH dan turbidity pada hasil penyaringan dari penambahan masingmasing volume FeCl_3 2% dan pada masing-masing kecepatan pengadukan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

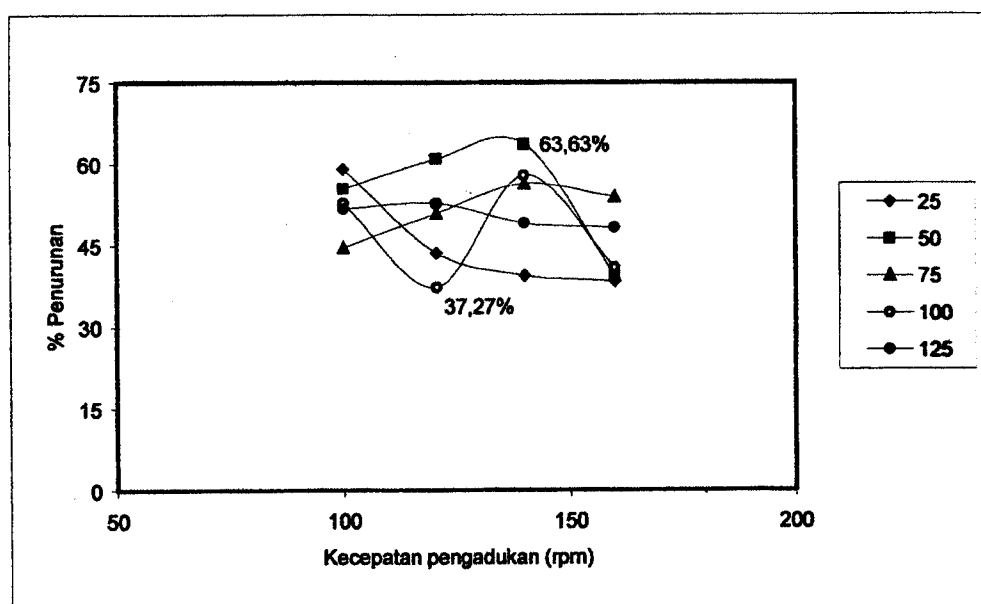
pH awal air laut = 7,0 dan turbidity awal dari air laut adalah 1,10 NTU.

Tabel 4. 6. Hasil pengamatan pH pada filtrat dari masing-masing penambahan FeCl_3 dan kecepatan pengadukan

Volume (ml)	pH			
	100 rpm	120 rpm	140 rpm	160 rpm
25	7,0	7,0	7,0	7,0
50	7,0	7,0	7,0	7,0
75	7,0	7,0	7,0	7,0
100	8,0	7,0	7,0	8,0
125	4,0	4,0	5,0	4,0

Tabel 4.7. Hasil pengamatan turbidity dan persen (%) penurunan pada filtrate dari masing – masing penambahan FeCl_3 2% dan kecepatan.

Vol. (ml)	100 rpm		120 rpm		140 rpm		160 rpm	
	Turbidity (NTU)	% penurunan	Turbidity (NTU)	% penurunan	Turbidity (NTU)	% penurunan	Turbidity (NTU)	% penurunan
25	0,45	59,09	0,62	43,64	0,66	39,45	0,68	38,40
50	0,49	55,45	0,43	60,90	0,40	63,63	0,66	39,36
75	0,61	44,55	0,54	50,90	0,48	56,36	0,50	53,89
100	0,52	52,72	0,69	37,27	0,46	57,89	0,65	40,90
125	0,53	51,63	0,52	52,72	0,56	49,09	0,57	48,18



Gambar 4.6. Grafik persen (%) penurunan Turbidity

Dengan penambahan koagulan 50 ml dan kecepatan pengadukan 100 rpm menunjukkan turbidity sebesar 0,49 NTU dengan prosentase 55,45%. Jika

kecepatan ditingkatkan menjadi 120 rpm pada volume yang sama terlihat kekeruhan 0,43 dengan prosentase sebesar 60,90% dan pada kecepatan 140 rpm kekeruhannya 0,40 dengan prosentase sebesar 63,63%. Sedangkan pada kecepatan 160 rpm terjadi penurunan prosentase hingga 39,36%. Hal ini disebabkan karena proses koagulasi adalah kontak reaksi antara koagulan dengan koloid dalam air laut, maka dengan adanya pengadukan akan semakin besar kontak koagulan dengan koloid tersebut. Sehingga semakin besar proses koagulasi.

IV. 3. Pembahasan

Dari tabel dan grafik 4.1 sampai 4.5 diperoleh hasil yang terbaik pada penambahan 50 ml FeCl_3 2% dan pada kecepatan pengadukan 140 rpm, karena pada 170 menit telah mencapai kondisi yang konstan. Hal ini disebabkan karena semakin besar kecepatan pengadukan dan penambahan koagulan yang menyebabkan flok yang terbentuk semakin besar sehingga mempercepat proses pengendapan.

IV. 4. Perhitungan Kecepatan Pengendapan

Dari tabel dan grafik dapat diketahui bahwa pada penambahan 50 ml FeCl_3 2% dan pada kecepatan 140 rpm adalah pengendapan yang terbaik. Dari larutan tersebut diambil endapannya untuk diketahui berat keringnya dan akan diketahui harga c_0 dan c_1 -nya.

Dari hasil penelitian diperoleh:

Volume air laut = 400 ml.

Volume NaOH 4M = 10 ml.

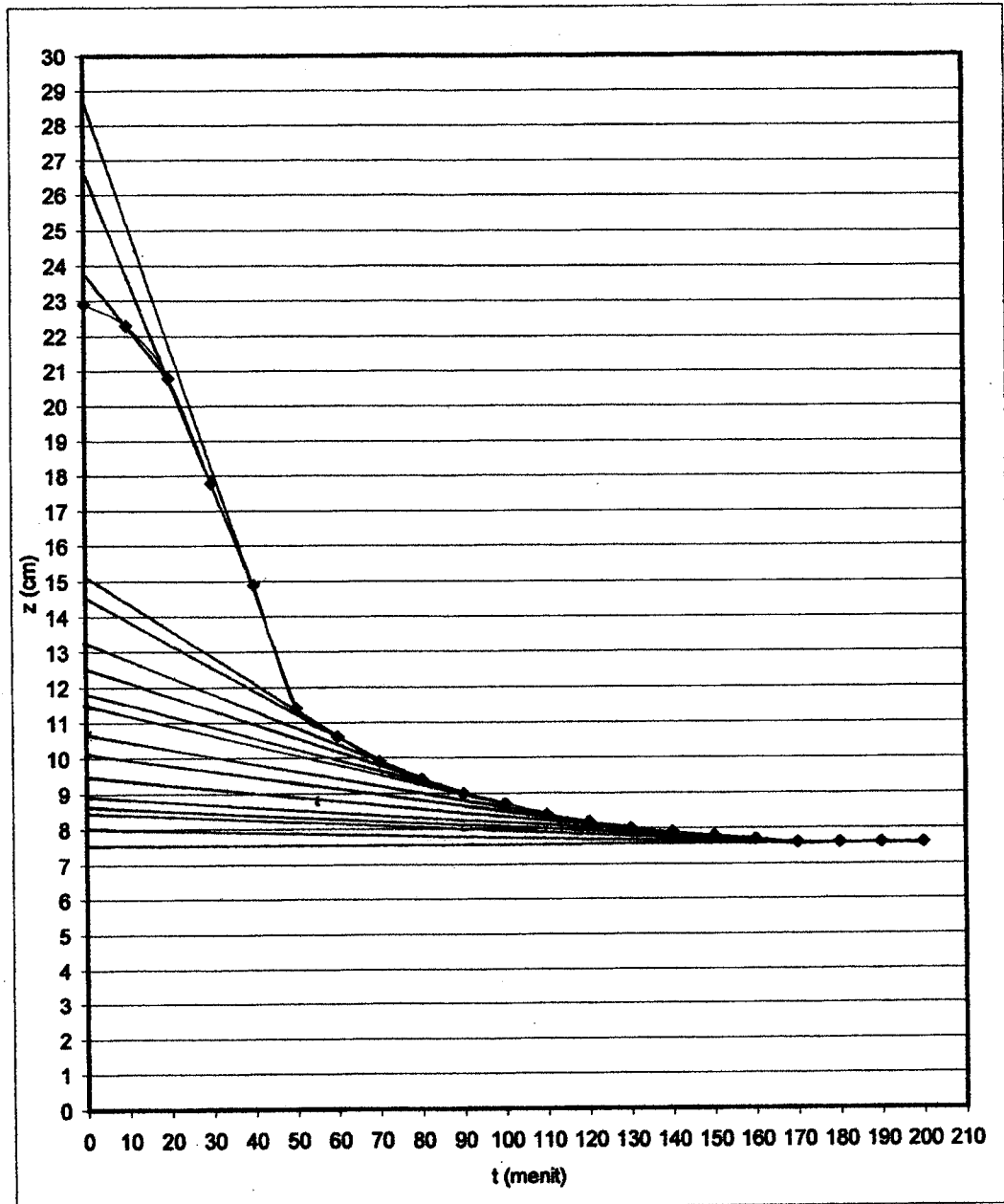
Volume FeCl₃ 2% = 50 ml.

Volume Filtrat = 400 ml.

Berat kering endapan = 8,4158 gr.

Konsentrasi mula-mula (c_0) = $\frac{8,4158}{400}$ — 0,02104 gr/ml.

Mencari v_i dan c_i berdasarkan Foust, persamaan (22.55) dan (22.57).



Gambar 4. 7. Grafik Hubungan antara tinggi permukaan (cm) dan waktu (t)

Dari gambar 4.7. diperoleh harga kecepatan pengendapan (v_i) alam (cm / menit) yang ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil perhitungan pengendapan koloid secara batch.

Waktu t (menit)	Tinggi permukaan z_t (cm)	Kec. pengendapan v (cm/menit)	Konsentrasi C (gr/ml)
0	22,9	0,0000	0,02104
10	22,9	0,0600	0,02104
20	23,8	0,1500	0,02024
30	26,7	0,2967	0,01800
40	26,7	0,2950	0,01800
50	28,5	0,3400	0,01690
60	15,1	0,0766	0,03190
70	14,5	0,0657	0,03320
80	13,2	0,0475	0,03650
90	12,3	0,0367	0,03910
100	11,7	0,0300	0,04110
110	11,3	0,0263	0,04260
120	10,6	0,0200	0,04540
130	10,05	0,0157	0,04790
140	9,3	0,0100	0,05100
150	9,0	0,0080	0,05350
160	8,7	0,0063	0,05530
170	8,4	0,0047	0,05730
180	8,0	0,0022	0,06027
190	7,6	0,0000	0,06330
200	7,6	0,0000	0,06330

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V. 1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian Pengendapan Koloid pada Air Laut dengan Proses Koagulasi - Flokulasi Secara Batch, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil yang terbaik pada proses pengendapan koloid pada air laut ini diperoleh pada penambahan koagulan 50 ml dan kecepatan pengadukan 140 rpm.
2. Penurunan turbidity mencapai 63,63 % pada hasil yang terbaik.
3. Semakin besar kecepatan pengadukan dan penambahan Koagulan, menyebabkan flok yang terbentuk semakin besar sehingga proses pengendapan semakin cepat.
4. Efisiensi penurunan turbidity diperoleh dari perbandingan nilai parameter yang masuk dan keluar.
5. Untuk memperoleh kondisi terbaik ini tidak dapat ditentukan dengan banyak ataupun sedikitnya penambahan koagulan, baik konsentrasi maupun volumenya karena sebelum mendapatkan kondisi tersebut harus dilakukan penelitian pendahuluan terlebih dahulu.

V. 2. Saran

Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan koagulan lain pada proses koagulasi — flokulasi dalam mengendapkan koloid pada air laut, serta dengan cara kontinyu.

DAFTAR PUSTAKA

- Benefield, L.D., 1982, "Biological Process Design for Waste water treatment"
- Eckenfelder, W. Wesley Jr., 1989, Industrial Water Pollution Control, Second edition
- Foust As. And Wenzel L.A., 1980, Principle of unit Operation, 2nd editions, John Wiley and Sons Inc.
- Gunnerson, C.G "Waste Water Management for Coastal Cities".
- Hammer, Mark J. and Hammer, Mark J, Jr, 1996 Water and Waste Water Technology Third Edition.
- Horne, R.A., 1969, "Marine Chemistry".
- Nybakken, James. W.% 1992, Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi, PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Reynolds, Tom D., 1982, Unit Operation and Process in Environmental Engineering.
- Robert, A., Standard Hand Book of Environmental Enginnering.
- Sawyer, Clair, N. 1994, Chemistry for Environmental Engineering, McGraw-Hill, New York.
- Sawyer, Hazen, 1992, Disinfections Alternatives for Safe Drinking Water, Environmental Engineers and Scientists, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Wessex, LC. Wrobel, 1991, Water Pollution: Modeling, Measuring, and Prediction, Computational Mechanics Publications, Southampton, Boston.